

会議報告

ICALEPCS2019 参加報告

梶 裕志*・杉村 仁志*・古川 和朗*

Report of ICALEPCS2019

Hiroshi KAJI*, Hitoshi SUGIMURA* and Kazuro FURUKAWA*

1. はじめに

International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control System (ICALEPCS) は2年に1度行われる加速器と大型実験装置の制御に関する国際会議です。今回はBNL主催によりニューヨークで開催され、507人の参加登録者による455の発表が行われました。会議は制御に特化したものであるものの、被制御対象を加速器だけでなく大型装置としているため、多種多様なプロジェクトから参加者が集まります。また議論されるテーマも project status report, hardware control, software development, user interfaceから data analysis や project management 等までと幅広く、参加者はそのすべてを堪能するのは難しいのではないのでしょうか。一方で普段関わりの薄い分野の発表を聞けるメリットがあります。

ICALEPCSには他のJACoW会議にない特徴があります。まず会議に先立つ週末2日間に各種のワークショップが開催されます。毎回必ず開催ものとしては、例えばEPICS collaboration meeting, tango workshop, MRF timing protocol workshop などが、関係者は会議に先乗りし、それらのワークショップでも当該分野の議論をおこないます。また月曜日からの本会議において、全日とも最初に基調講演が用意されているのも特徴の1つです。今回の会議はそれに加え、“Diversity and Inclusion”をテーマとした1時間半のパネルディ

スカッションも行われました。

もう少し会議全体で受けた印象について述べたいと思います。今回の会議では全体にわたり機械学習に関する発表が多くありました。一般社会でも近年話題になるテクノロジーであり、計算機器の扱いを生業とする科学者や技術者がこぞって飛びついたような印象がありました。これが一過的な流行で終わるのか業界の標準となるのかは5, 10年後にわかるのではないのでしょうか。

ポスターセッションでは発表ポスターに2次元バーコードを載せ、ポスターの電子ファイルや関連情報をスマートフォンからダウンロードできるようにする発表が多くありました。こちらは今後さらに増えると思われれます。

2. 基調講演

月曜日の基調講演では主催者であるBNLのJim Misewich氏(図1)が、同研究所がホストしている研究プロジェクトについて紹介しました。国際会議の初日定番の講演内容になりましたが、1時間と時間をたっぷりとっていたため、研究分野ごとに丁寧に紹介されていました。その後、火曜日のFlorence Hudson氏、水曜日のAllison Bishop氏とCyber Securityに関する講演が続きました。これらは「危険はすぐ身近に潜んでいる」と啓蒙するものであり、また聴衆への印象に重きをおいた「これぞアメリカ」と思わせる講演でした。変わって木曜日、金曜日は落ち着いた科学の講演が

* 高エネルギー加速器研究機構 KEK, High Energy Accelerator Research Organization

(Hiroshi Kaji E-mail: hiroshi.kaji@kek.jp)

(Hitoshi Sugimura E-mail: hitoshi.sugimura@kek.jp)

(Kazuro Furukawa E-mail: kazuro.furukawa@kek.jp)



図1 基調講演にのぞむ Jim Misewich 氏。

行われました。Gabriele Vajente 氏は LIGO 実験を紹介し、その中で自身が担当しているレーザー干渉計のミラー位置制御についてじっくりと議論されました。金曜日の Andi Barbour 氏は放射光プロジェクト NSLS-II に関する講演でした。特にご自身が Python ベースの機器制御・DAQ システムである Bluesky¹⁾ の開発と運用にかかわっているらしく、各 beamline での研究を紹介する際、本人は「サイエンスより Bluesky の運用に重きを置いて説明する」と言っていました。それでも各研究結果に関して丁寧な説明がなされていました。

3. タイミングシステム

タイミングシステムには汎用システムとして MRF Event Timing System²⁾ と White Rabbit³⁾ が代表されます。MRF は ESS を中心として SuperKEKB を含め、様々な施設で導入されています。また、White Rabbit は GPS 同期を目的として CERN を中心に利用されています。

会議に先立って行われたワークショップでは、MRF のワークショップが行われました。Los Alamos の Eric Bjorklund 氏が2017年まで取りまとめ役を担っていたのですが、リタイアされ新たに ESS の Timo Korhonen 氏が取りまとめ役になることでワークショップが“生き延びた”とのこと。ワークショップは新たなユーザーのための手引きや、MRF でモジュールの開発を行っている Jukka Pietarinen 氏が新たに MicroTCA-EVR 用に開発した Linux ドライバーに関する発表、そして SuperKEKB での利用および開発の現状について

の発表がありました。特に ESS は新たに作られる施設ということもあり、MicroTCA 規格を用いて、タイミング系や Machine Protection System などの安全系、RF 制御などを組み合わせて利用しているとのことでした。

課題点の1つとして各施設で独自の仕様で運用していることがあげられました。中には若干のファームウェアの書き換えを行っている例もあり、MRF の EPICS driver として共通となる部分をもう一度振り返ってみる必要が出てきているということです。その用途も含めた施設間でのコミュニケーションも議論になりました(以前はフォーラムを作り、運用したが、ほとんど利用されることがなかった)。

参考までに White Rabbit のワークショップは前回2017年の ICALEPCS では開催されましたが、今回は開催されませんでした。

ICALEPCS の中でタイミングシステムは“Timing and Synchronization”というカテゴリーに分類され、全体で400件以上ある発表のうち、このカテゴリーの発表数は18件でした。全体から見るとマイナーな分野ですが、私たちが関わっている SuperKEKB では非常に重要なシステムであるため、他研究所でのタイミングシステムには興味深いものがありました。

タイミングシステムでは汎用システムを用いず、それぞれの施設で独自のシステムを組んでいる施設もあります。CEA では Laser Megajoule という 1.4 MJ レベルの高パワーレーザーの実験施設で 1 ps 程度の低ジッタータイミングシステムを利用する必要があり、これを実現するために ASIC の作成からフランス国内にある GreenField⁴⁾ 社とともに開発をしているようでした。Delay は 400 fs ステップで変更できるなど、かなり高精度で興味深い内容でした。CEA のタイミングに関する発表は4件あり、開発が活発に行われていることがうかがわれます。

また、既製の FPGA ボードを直に編集することでタイミングモジュールとして扱うという発表も私(杉村)を含め3件あり、ドイツの HIT では、Altera (Intel) の FPGA を利用しタイミングシステムを構築している例や、タイのシンクロトロン光研究所 (SLRI) では Xilinx の Spartan3 の評価ボードを利用しているという発表もありました。タイ

ミングとなるとマイナーですが, FPGA となると異なるカテゴリーの研究をしている方からも理解できることもあり, ポスター発表ではデータ受信の際のクロックの再生成 (Clock Data Recovery) の方法や Zynq などのような SoC (System On Chip) の利点など, 様々な質問がありました。

ポスター発表は2日間に分けられ, 特に分類もなく発表順もばらばらだったため, タイミング関係の発表を探すのに苦労しました。個人的にはポスターの配置などでまとめてくれたほうが探しやすい, 議論もしやすかったと思いました。

4. MicroTCA.4

MicroTCA.4 規格は加速器等の大型実験プロジェクトにおける新しいバス規格として注目されています。しかし DESY がいち早く導入を決め, ESS がそれに追従した後, 長らく大きな動きはなかったように思います。私見ですが, おそらく多くの研究所は様子見の状態だったのではないのでしょうか。今回の ICALEPCS ではこれに関する最近の動向を得ることができました。

著者自身はワークショップに参加していませんが, 参加した同僚からの情報や会議最終日の summary talk を基に, 興味をひかれた点を述べたいと思います。まず DESY は European XFEL の制御系モジュール規格として, すでに導入しています。その導入規模は非常に大きく, 250 クレートを導入し, 10,000,000 制御パラメータ, 700,000 DAQ チャンネルを処理します。これらから収集されるデータは1日当たり 30 TB に及びます。

ESS も制御系として MicroTCA.4 をフル活用する予定で, 150 クレート導入します。前述の通り Event Timing System も同規格を用い, Timo Korhonen 氏の発表ではこれを基にした distributed DAQ に興味をひかれました。これは加速器ビームライン末端での「ADC/TDC 測定値」などの大量のデータをすべてリアルタイムで中央制御室などに収集するシステムです。MicroTCA.4 バックプレーンによる ADC/TDC と EVR 間的高速データ転送に加え, Event Timing System が持つ双方向データ通信機能 (data buffer) でそのデータをすべて master module に送信するものです。各測定データには共通のタイムスタンプが付与されてお

り, オフラインで関連データを名寄せすることが可能です。まだデザイン・コンセプトの段階ですが, 実現すれば, ビームの品質に関連するデータや加速器運転の各種フィードバック・パラメータを中央制御室などで一元管理でき, それらをすべてリアルタイムで記録することが可能になります。これは加速器運転の手法を各段に進歩させると思います。

CERN は SPS の RF アップグレードとして導入予定であり, White Rabbit をベースとしたシステムを開発中です。SPS の要求精度は jitter として 250 fs であり, もしこの精度が実現したならば, 他研究所でも RF clock 分配システムとしての利用が期待できます。実現のためには現行の White Rabbit による RF clock 分配精度 (jitter~1-10 ps) から一桁の向上が必要ですが, 今後も注目すべきだと思います。

また本会議の2日目には理研の福井氏が SPring-8 アップグレード, 東北次世代放射光 (正式名称未定)⁵⁾ への採用に関して報告されました⁶⁾。両プロジェクトとも MicroTCA.4 が主バス規格として採用されます。すでに数台の LLRF モジュールが SPring-8 の既存ビームラインで運用され, また SACLA から SPring-8 への電子ビーム入射を実現するタイミングシステムにも用いられています⁷⁾。その導入規模・導入時期から DESY, ESS に次ぐ存在として, 今後, 注目を集めると思われる。

5. BNL 見学

最終日午後にはホストである BNL を見学する

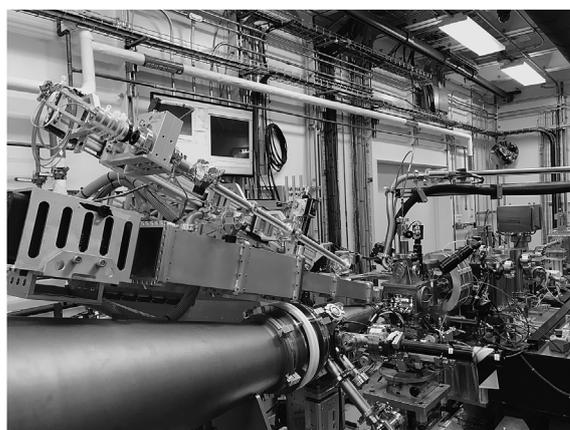


図2 NSLS-II ビームラインの1つ。

ツアーが開催されました。参加者は会議場となったホテルから3台のバスに分かれ、ロングアイランド東側にあるBNLに向かいました。途中New Yorkの渋滞にも巻き込まれ、出発が13:00、ツアー終了が21:00という強行軍でした。

BNLでは重イオンコライダーであるRHICの主制御室、衝突実験の1つSTAR実験の制御室と実験ホール、そしてNSLS-IIの主制御室とビームライン(図2)を見学させていただきました。

参考文献

- 1) Bluesky website URL: <https://nsls-ii.github.io/bluesky/>.
- 2) MRF website URL: <http://www.mrf.fi/>.
- 3) White Rabbit website URL: <https://white-rabbit.web.cern.ch/>.
- 4) GreenField Technology URL: <https://www.greenfieldtechnology.com/>.
- 5) QST website: <https://www.3gev.qst.go.jp/index.html>
- 6) T. Fukui et al.: Proc. ICALEPCS' 19, *TUAPP02*, New York, USA, 2019.
- 7) T. Ohshima et al.: Proc. of 16th Annual Meeting of PASJ, *THOI04*, Kyoto, Japan, 2019.